

TMS320C5416을 이용한 3D 입체 음향 시스템의 실시간 구현

임태성, 이교식, 류대현, 이승희*
한세대학교 정보통신학과
한세대학교 컴퓨터공학과*
i1105@hanmail.net

Real Time 3D Audio System using Fixed Point DSP(TMS320C5416) Processor

Tae-Sung Lim, Kyo-sik Lee, Dae-Hyun Ryu, Seung-Hee Lee*
Dept of Information & Communication Engineering, Hansei University
*Dept of Computer Engineering, Hansei University

요 약

21세기에 새로운 분야로 대두되고 있는 가상현실은 많은 사람들의 흥미를 끌고 있다. 상상 속에서나 가능하던 일들을 현실감과 입체감을 통해 실제처럼 느낄 수 있게 해준다는 것이 가상현실의 가장 큰 매력일 것이다. 가상현실을 요하는 멀티미디어 기기들의 활발한 시장진출로 3D 효과를 가진 오디오/비디오의 하드웨어 구현이 불가피하다. 본 연구에서는 휴대용 기기들에서 실시간 3D 입체음향 효과를 얻을 수 있도록 하드웨어를 구성하였다. 기존의 입체음향 기술에서 사용되는 콘볼루션 방법은 계산량이 많기 때문에 실시간 구현이 어렵다. 그러나 제안된 방식은 FFT를 사용하여 주파수 영역에서 처리함으로써 계산량을 줄여 하나의 프로세서로도 실시간 처리가 가능하도록 하였다. 저가/저전력/소형화 조건을 요구하는 휴대용 기기에서 3D 입체 음향 효과를 얻을 수 있는 것이다. DSP는 TI(Texas Instruments)사의 16비트 고정소수점(fixed-point) 프로세서인 TMS320C5416을 사용한다. 구현된 3D 입체음향 칩은 입체음향을 필요로 하는 휴대용 MP3 Player, 가전용 오디오/비디오 등에 응용될 수 있다.

1. 서론

인터넷의 발달과 벤처기업의 활성화로 인해 녹음 테이프나 CD없이 컴퓨터에서 음악을 직접 다운로드 해 이를 재생할 수 있는 초소형 휴대용 MP3플레이어 등의 디지털 오디오가 활성화되고 있다. 이러한 휴대용 오디오 기기들에 3D 입체 음향 효과를 넣을 수 있다면 언제 어디서나 원하는 곳에 가상의 음원을 위치시켜 여러 개의 스피커 없이도 현장감과 입체감을 느낄 수 있을 것이다.

3D 입체음향 효과는 원하는 위치에 해당하는 머리전달함수(HRTF)와 단순음을 콘볼루션하여 얻을 수 있다. 여기서 머리전달함수란 무향실내에서 여러 각도에 스피커를 배치시키고 더미헤드에 장착한 마이크로폰을 통하여 임펄스 응답을 측정된 것을 말한다. 그러나 콘볼루션은 계산량을 많이 필요로 하기 때문에 주파수 영역에서의 연산을 수행하도록 한다. 머리전달함수를 FFT하여 주파수 영역으로 바꾸어 DB에 저장해 놓는다. 그리고 입력되는 신호를 FFT

하여 HRTF(주파수)와 곱하여 주면 콘볼루션 효과를 얻을 수 있는 것이다. 이와 같은 방식을 사용하면 계산량을 줄일 수 있다. 결과적으로 계산량을 줄인다는 것은 메모리를 줄일 수 있으며 계산 시간이 짧아지고 기기의 크기가 작아진다는 것을 의미한다. 휴대용 기기의 필수 조건인 저가/저전력/소형화를 만족시킬 수 있는 것이다.

DSP는 TI(Texas Instruments)사의 16비트 고정소수점(fixed-point) 프로세서인 TMS320C5416을 사용하여 Board를 구현하였다.

본 연구에서는 이러한 문제점을 보완하여 휴대용 기기들에서 실시간 3D 입체 음향을 구현할 수 있는 방법에 대해 다루고자 한다.

본 논문의 2절에서는 기존의 3D 입체 음향 알고리즘과 제안한 알고리즘에 대해 논하며 3절에서는 제안된 알고리즘의 하드웨어 구성에 대하여 설명하고 4절에서는 실험과 결과에 대해 요약하고 5절에서는 결론 및 활용 방안 등을 제시한다.

2. 3D 입체음향 알고리즘

1) 3D오디오의 개요

입체 음향은 청각에 공간 배치 정보를 주어, 결과적으로 영상 정보를 식별할 수 있게 한다. 이것에 의하여 음원의 위치, 주위의 환경, 자신의 위치, 각각의 움직임, 음상의 형태, 표정 등을 얻을 수 있고, 각테일 파티 효과도 얻어진다.

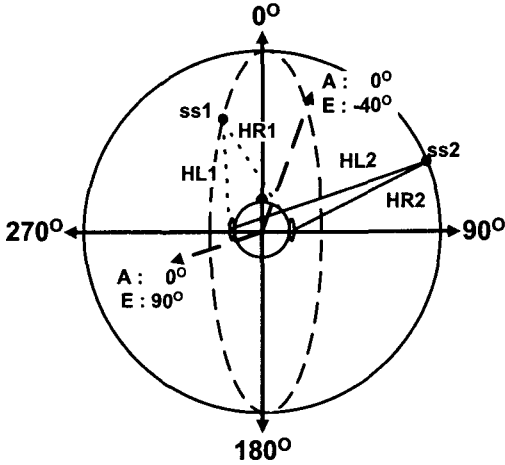


그림 1 음원배치도

2) 3D 오디오 알고리즘

3D오디오를 수행하기 위해서는, 음의 수평과 수직 방향을 지각할 수 있는 방향감이 필요하다. 따라서 방향감을 구현함으로써 입체감을 느낄 수 있는 음상제어를 할 수 있게 된다. 신호의 실시간

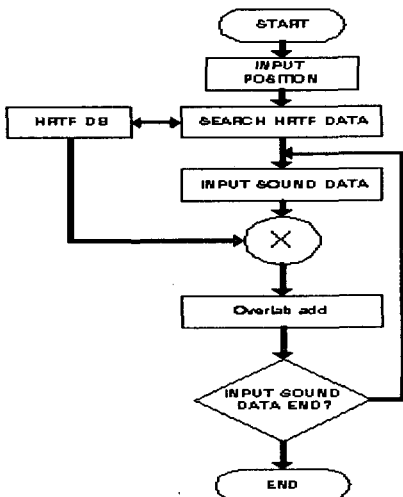


그림 2 알고리즘 블록도

처리를 위하여 가장 중복합산방법을 이용하여 주파수 축에서 단구간으로 신호를 처리한다. 음원의 단구간 푸리에 변환 값과 HRFTF의 주파수 값을 곱하여 재생시킨다. 3차원 공간상에 음상을 위치하기 위해서는 음원과 청취자 사이의 음원 전달 경로를 모델링한 HRFTF(372 음원 DB)를 이용하여 특정 방향의 음원으로부터 두 귀까지의 좌우 HRFTF 쌍을 모노 음에 대하여 각각 filtering 하는 binaural HRFTF filtering을 수행함으로써 구현하였다.

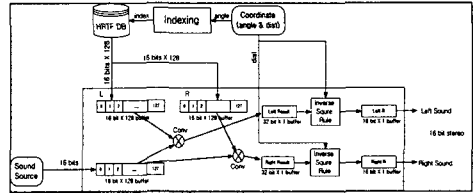


그림 3 시뮬레이션 블록 다이어그램

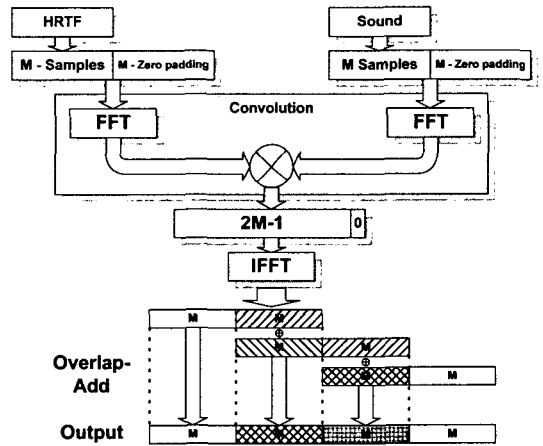


그림 4 실시간 구현 음상 제어 알고리즘

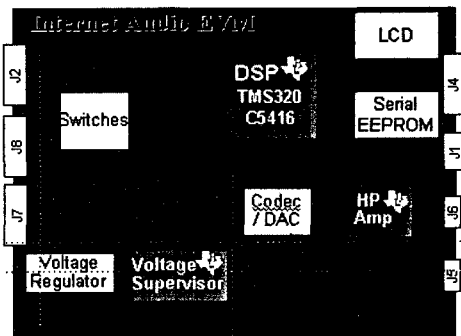


그림 5 시스템 블록도

3. 하드웨어 구성

1) DSP

160MHz의 TMS320C5416을 사용하였다. 메모리 공간은 ROM 16K, RAM 128K, Data/Program 메모리 64K/8M이고 MP/MC핀으로 마이크로 컴퓨터 모드, 마이크로 프로세서모드를 선택하였다.

2) 오디오 입력부

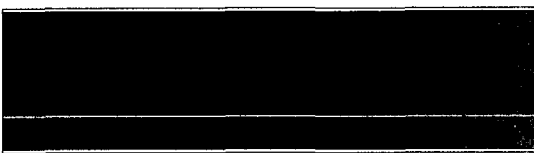
PCM3002 CODEC은 McBSP0을 통해 데이터를 전송한다. CLK_32F는 bit CLOCK을 CLK_IF는 left/right channel CLOCK이다. CODEC을 위한 CLOCK은 CLK_256FS이다. CODEC에 입력되는 데이터는 J6의 SDATA_IN으로 들어온다.

C32,C36(C1)은 입력관련된 2개의 개패시터이다. R15,R16(R1) 과 함께 LOW Pass filter를 구성한다. TPA102는 headphone 증폭기이다. 개패시터C43은 midril bypass로 사용된다.

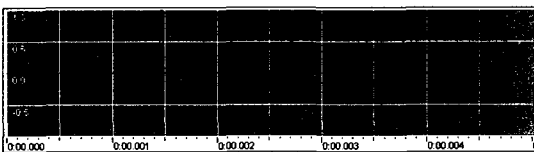
4. 실험 및 고찰

그림6은 순수한 HRTF를 나타낸 파형이고 그림7은 임펄스 신호이다. 시간영역에서 이 두 신호를 컨볼루션한 결과가 그림 8에 나타난 파형이다.

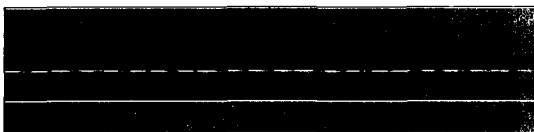
그림 9는 주파수 영역에서의 HRTF 파형이고 그림 10은 임펄스 신호를 FFT한 신호이다. 이 두 신호를 주파수 영역에서 곱한 신호가 그림 11에 나타나 있



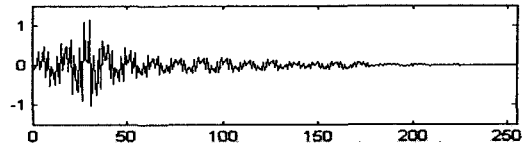
<그림6: 시간 HRTF 파형>



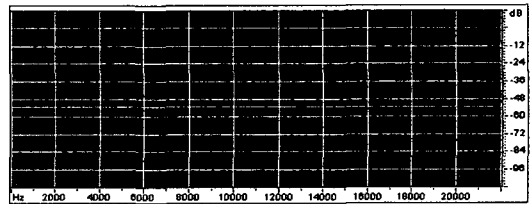
<그림7 임펄스 신호>



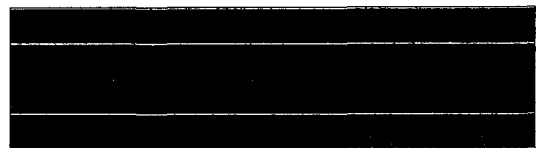
<그림8 그림6,7 시간 영역에서 컨볼루션한 파형>
다.



<그림 9 주파수 HRTF 파형>



<그림 10 주파수 임펄스 신호>



<그림11 그림 9와 그림10을 주파수 영역에서 곱한 신호>

위의 그림에서 그림8과 그림 11의 파형 모양이 같으며 크기차이 뿐 이었다는 것을 알 수 있다. 속도에서도 시간영역에서 776kb를 컨볼루션하는데 걸린 시간은 약 4초 정도 였지만, 주파수 영역에서의 컨볼루션 속도는 약 2초 정도 였다. 데이터의 크기가 커질수록 속도의 차이가 월등히 난다. 데이터가 7.93M일 때 타임영역에선 약 53초, 주파수 영역에선 24초였다. 계산량을 줄임으로서 실시간 구현이 가능 할 수 있다.

위와 같은 실험을 통해 시간 영역에서의 컨볼루션 결과와 주파수 영역에서의 곱은 같은 효과를 얻을 수 있었다.

5. 결론

21세기에 새로운 분야로 대두되고 있는 가상현실은 많은 사람들의 흥미를 끌고 있다. 상상 속에서나 가능하던 일들을 현실감과 입체감을 통해 실제처럼 느낄 수 있게 해준다는 것이 가상현실의 가장 큰 매력일 것이다. 가상현실을 요하는 멀티미디어 기기들의 활발한 시장진출로 3D 효과를 가진 오디오/비디오의 하드웨어 구현이 불가피하다. 본 연구에서는 휴대용 기기들에서 실시간 3D 입체음향 효과를 얻

을 수 있도록 하드웨어를 구성하였다. 입체음향 기술에서 사용되는 콘볼루션 방법은 계산량이 많기 때문에 실시간 구현이 어려웠다. 그러나 제안된 방식은 FFT를 사용하여 주파수 영역에서 처리함으로써 계산량을 줄여 실시간 처리가 가능하도록 하였다. 저가/저전력/소형화 조건을 요구하는 휴대용 기기에서 3D 입체 음향 효과를 얻을 수 있는 것이다. DSP는 TI(Texas Instruments)사의 16비트 고정소수점(fixed-point) 프로세서인 TMS320C5416을 사용한다. 구현된 3D 입체음향 칩은 입체음향을 필요로 하는 휴대용 MP3 Player, 가전용 오디오/비디오 등에 응용될 수 있다.

참고문헌

- [1] Roger S. Pressman "Software Engineering A Practitiners' Approach" 3rd Ed. McGraw Hill.
- [2] 황신, 박승범, 김순협, 정완섭, 머리전달함수를 이용한 3차원 음상 정위 기법 관한 연구.
- [3] 명현, 김풍민, 김용완, 이의택, 자연스러운 이동음 입체 음향 효과의 구현, 한국전자통신연구원 가상현실연구개발센터.
- [4] 송종관, 디지털 오디오의 이해, 나남출판, 2000.
- [5] 서상원, 김현석, 김기홍, 김현빈, 3D 사운드 시스템을 위한 머리전달함수(HRTF)의 신호처리
- [6] 이태한, 김지성, 이충용, 안동순, 윤대회, TMS320C31을 이용한 차량항법 음성 인식 시스템의 실시간 구현